



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 01 192.7

**Anmeldetag:** 15. Januar 2003

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zur Stromversorgung eines  
Reifendrucksensors

**IPC:** H 02 K, B 60 C

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 10. Dezember 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

EV332459649

Ebart

4.11.02 Ms

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5 Vorrichtung zur Stromversorgung eines Reifendrucksensors

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Stromversorgung eines Reifendrucksensors.

10

Für Kraftfahrzeuge sind Reifendrucksensoren mit Batterien zur Stromversorgung bekannt. Diese Sensoren befinden sich im Reifen und beinhalten ein Sensorelement, dessen Ausgangssignal codiert und mittels eines Senders an den Empfänger im Fahrzeug übermittelt wird. Ein Problem dieser Sensoren ist die Stromversorgung, meist eine Batterie mit geringer Lebensdauer. Ebenso kritisch sind die giftigen Stoffe, aus denen die Batterien bestehen, im Hinblick auf eine mögliche Entsorgung

15

Vorteile der Erfindung

20

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Stromversorgung eines Reifendrucksensors, welche einen mit dem Reifen mitrotierenden (bzw. fest am Rad oder Reifen oder Ventil angebrachten) Generator enthält, in dem durch elektromagnetische Induktion eine elektrische Spannung erzeugt wird. Dadurch ergeben sich die folgenden Vorteile:

25

- lange Lebensdauer,
- durch ein Zwischenspeichern der erzeugten Energie ist ein kontinuierlicher Betrieb möglich,
- durch den Verzicht auf Batterien können giftige Stoffe vermieden werden,
- durch den Anbau am Ventil ist eine einfache Montage möglich und
- durch den Anbau bzw. Einbau am Ventil sind kleine geometrische Abmessungen des Gesamtsystems möglich.

30

Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet,

- dass der Generator einen magnetischen Kreis enthält und
- dass die induzierte Spannung durch eine geometrische Änderung des magnetischen Kreises erzeugt wird.

Dadurch ist auf eine einfache und robuste Weise eine Spannung erzeugbar.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung dadurch gekennzeichnet, dass die geometrische Änderung des magnetischen Kreises über eine Änderung von Luftspalten erfolgt.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass der magnetische Kreis wenigstens einen Permanentmagneten enthält. Dadurch ist ein magnetisches Feld auf einfache Weise und ohne Energieaufwand erzeugbar.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass der magnetische Kreis

- einen feststehenden magnetisch leitfähigen Kern enthält,
- einen beweglichen magnetisch leitfähigen Kern enthält und
- dass die induzierte Spannung durch eine relative Lageänderung des beweglichen Kerns bezüglich des feststehenden Kerns erzeugt wird.

Dadurch wird vorteilhafterweise eine einfache geometrische Konstruktion ermöglicht.


Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass sich der bewegliche Kern entlang einer Führung bewegt.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass am beweglichen Kern eine Rückholfeder zur Rückführung des beweglichen Kerns in seine Ausgangsposition nach einer erfolgten relativen Lageänderung angebracht ist.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass der bewegliche Kern an einer Blattfeder angebracht ist, welche eine eindimensionale Lageänderung des beweglichen Kerns erlaubt, d.h. der bewegliche Kern kann sich entlang einer Bahnkurve bewegen.


5 Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass der bewegliche Kern an einer Stabfeder angebracht ist, welche eine zweidimensionale Lageänderung des beweglichen Kerns erlaubt, d.h. der bewegliche Kern kann sich auf einer zweidimensionalen Fläche bewegen.

10 Bei allen diesen letztgenannten Ausführungsformen ist eine kostengünstige Erzeugung aufgrund der Verwendung bewährter Bauteile möglich.

10  Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Größe der relativen Lageänderung durch wenigstens einen Anschlag begrenzt ist.

15 Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass der feststehende Kern eine Spule enthält, in welcher die induzierte Spannung erzeugt wird. Durch die Anbringung der Spule am feststehenden Kern werden die Spulenzuleitungen während der Tätigkeit des Generators nicht bewegt.

20 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass die relative Lageänderung durch eine Beschleunigung und/oder Beschleunigungsänderung des Reifens hervorgerufen wird.

25  Eine vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass durch die elektrische Spannung ein elektrischer Strom erzeugt wird, welcher zur Aufladung eines Energiespeichers (Kondensator, Akkumulator,...) führt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

30 Zeichnung

Die Zeichnung besteht aus den Figuren 1 bis 5.

Fig. 1 zeigt das Blockschaltbild für den Aufbau der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 zeigt einen Reifen sowie die auftretenden Beschleunigungen.

5

Fig. 3 zeigt eine erste Ausführungsform des Generators.

Fig. 4 zeigt eine zweite Ausführungsform des Generators.

10

Fig. 5 zeigt eine dritte Ausführungsform des Generators.

#### Ausführungsbeispiele

15

In den Rädern von Kraftfahrzeugen treten während der Fahrt große Beschleunigungen auf. Das ist zum einen die Zentrifugalbeschleunigung, die sehr groß werden kann (bis ca. 400g,  $g$  = Erdbeschleunigung), zum anderen sind es weitere Beschleunigungen in tangentialer Richtung sowie in Fahrzeugquerrichtung. Diese Beschleunigungen sind in Fig. 2 dargestellt. Dort ist links die Seitenansicht eines (am Betrachter vorbeiführenden) Rades mit Reifen und rechts die Vorderansicht eines (auf den Betrachter zurollenden) Rades mit Reifen dargestellt. Dabei bedeuten

20

200 = Reifen,

201 = Felge,

202 = Ventil,

203 = Dichtung und

25

204 = Reifendrucksensor.

Weiter sind in Fig. 2 die (in Radumfangsrichtung wirkende) Tangentialbeschleunigung  $a_t$ , die (radial nach außen wirkende) Zentrifugalbeschleunigung  $a_z$  und die (in Querrichtung wirkende) Querb beschleunigung  $a_q$  eingezeichnet.

30

Bei konstanter Fahrgeschwindigkeit auf einer ideal ebenen Straße tritt im wesentlichen nur die Zentrifugalbeschleunigung auf. In der Realität ergeben sich jedoch durch mehr oder weniger große Straßenunebenheiten ständige Auf- und Abwärtsbewegungen sowie kleine Seitenbewegungen der Räder, welche zu Beschleunigungsänderungen (z.B. in tan-

gentialer Richtung und quer dazu) führen. Diese Beschleunigungsänderungen können mit dem erfindungsgemäßen Generator in elektrische Energie umgewandelt werden, d.h. zur Erzeugung elektrischer Energie verwendet werden. Dabei treten beispielsweise die folgenden Beschleunigungsänderungen auf:

5

1) Überlagerung der Zentrifugalbeschleunigung mit der zweifachen Erdbeschleunigung sowie einem dynamischen Anteil in radialer Richtung:

$$a_z = a_{z0} + a_{zg}(t) + a_{zd}(t).$$

Dabei sind

10

$a_{z0}$  die in dieser Betrachtung quasistatische Zentrifugalbeschleunigung,

$a_{zg}(t) = 2 \cdot g \cdot \sin(\omega \cdot t)$ ,  $g$  = Erdbeschleunigung,  $\omega$  = Kreisfrequenz des Rades.

$a_{zd}(t)$  der dynamische Anteil z.B. von Straßenunebenheiten.

Der Beitrag  $a_{zg}(t) = 2 \cdot g \cdot \sin(\omega \cdot t)$  ist anschaulich ganz einfach dadurch verständlich, dass die Erdbeschleunigung  $g$  (in einem raumfesten Koordinatensystem) stets in dieselbe Richtung weist, die Richtung der auf den Generator wirkenden Zentrifugalbeschleunigung sich im selben raumfesten Koordinatensystem jedoch stets ändert.

15

2) Tangentialbeschleunigungsänderungen treten z.B. beim Beschleunigen oder Abbremsen des Fahrzeugs sowie durch Straßenunebenheiten auf:

20

$$a_t = a_{t0} + a_{td}(t) \text{ mit } a_{t0} \approx 0.$$

3) Querschleunigungen entstehen z.B. bei Kurvenfahrten oder ebenfalls durch Straßenunebenheiten:

$$a_q = a_{q0} + a_{qd}(t) \text{ mit } a_{q0} \approx 0.$$

25

Im folgenden werden drei Ausführungsformen des Generators beschrieben:

#### Ausführungsform 1:

Diese Ausführungsform ist in Fig. 3 dargestellt. Fig. 3 zeigt einen magnetischen Kreis, welcher sich aus

30

- dem feststehenden Kern 301,
  - dem beweglichen Kern 307 mit der seismischen Masse  $m$ ,
  - dem (kleinen) Luftspalt 306, welcher sich infolge der Bewegung des Kerns 307 natürlich ändert, sowie
- 5      - dem Permanentmagneten 309, welcher den Nordpol 303 und den Südpol 304 hat, zusammensetzt.

Der bewegliche Kern 307 bewegt sich entlang einer Führung 308. Die Bewegung ist dabei durch den oberen Anschlag 305 und den unteren Anschlag 311 begrenzt. 312 kennzeichnet die Befestigung der Anschläge am Gehäuse. Die Rückkehr des beweglichen

10      Kerns in die Ausgangslage wird durch die Rückholfeder 310 bewerkstelligt.

Wird der bewegliche Kern auf- und abbewegt (infolge der Beschleunigungsänderungen), dann ändert sich der magnetische Fluss durch die Spule 300 (infolge der sich ändernden Magnetkreisgeometrie und damit des magnetischen Widerstandes), so dass eine Spannung  $U$  in der Spule induziert wird. Für eine effektive Wirkungsweise sollte vorzugsweise ein kleiner Luftspalt zwischen den Polen vorhanden sein. Ein Anschlag oben und unten verhindert ein Überdehnen der Feder. Der magnetische Fluss durch die Spule ist mit  $\phi_b$  gekennzeichnet.

15

#### Ausführungsform 2:

20      Diese Ausführungsform ist in Fig. 4 dargestellt. Dabei bedeuten (analog zu Fig. 3)

400 = Spule,

401 = feststehender Kern,

402 = (kleiner) Luftspalt,

403 = oberer Anschlag,

25      404 = beweglicher Kern mit seismischer Masse  $m$ ,

405 = Blattfeder,

406 = Permanentmagnet und

407 = unterer Anschlag.

Auf den schwingend gelagerten Kern mit der Masse  $m$  wirkt die Beschleunigung  $a_0$  und damit die Kraft  $F = m \cdot a_0$ , welche zur Auslenkung führt. Der schwingende Teil besteht

30      aus dem Permanentmagneten und einem Kern aus einem magnetisch leitfähigen Material

(z.B. Eisen oder Ferrit). Infolge der Bewegung des Kernes entsteht ein zeitabhängiger magnetischer Fluss durch die Spule und damit die induzierte Spannung  $U = n \cdot d(\phi_b)/dt$ . In der in Fig. 4 eingezeichneten Position des beweglichen Kernes durchsetzt der magnetische Fluss  $\phi_b$  die Spule in der eingezeichneten Richtung. In der unausgelenkten Position (dies entspricht im wesentlichen der in Fig. 3 eingezeichneten Position) durchsetzt der magnetische Fluss die Spule in der entgegengesetzten Richtung, d.h. es findet sogar ein Vorzeichenwechsel des magnetischen Flusses statt.

### Ausführungsform 3:

Diese Ausführungsform ist in Fig. 5 dargestellt. Dabei bedeuten

500 = Spule,

501 = feststehender Kern,

502 = beweglicher Kern,

503 = Permanentmagnet und

504 = Federstab.

Diese Ausführungsform ist nahezu identisch mit der Ausführungsform in Fig. 4, es wird im wesentlichen die Blattfeder 405 durch den Federstab 504 ersetzt. Zunächst soll der kompliziert wirkende, aber im Prinzip sehr einfache, Aufbau von Fig. 5 erklärt werden. Die linke Hälfte von Fig. 5 zeigt die Draufsicht auf den feststehenden Kern und die Spule von Fig. 4, die rechte Hälfte von Fig. 5 zeigt die Draufsicht auf den beweglichen Kern und den Permanentmagneten von Fig. 4. Als Unterschiede wurden

- die Blattfeder durch eine Stabfeder ersetzt und
- der Außenmantel des beweglichen Kernes wurde in 4 Segmente eingeteilt.

Ist die Spulenachse des Sensors beispielsweise in die radiale Radrichtung ausgerichtet, dann können sowohl die Änderungen der Tangential- als auch der Querbeschleunigungen zur Energieerzeugung genutzt werden. Die segmentierte Struktur des Außenmantel 502 ist nicht notwendig, erlaubt aber die Erzeugung von größeren Flussunterschieden und damit höheren induzierten Spannungen. Auch in dieser Ausführungsform muss ein Anschlag zur Begrenzung der Auslenkbewegung vorhanden sein.

Die Einbettung der Stromversorgung in das Gesamtsystem ist in Fig. 1 dargestellt. Dabei kennzeichnet Block 101 den beschriebenen Generator, dessen zeitabhängige induzierte



Ausgangsspannung  $U$  dem Gleichrichter 102 zugeführt wird. Block 102 beinhaltet zugleich eine möglicherweise erforderliche Strombegrenzung. Daran anschließend folgt ein Energiespeicher 103 (z.. ein Akkumulator oder Kondensator), welcher vom von Block 102 gelieferten Gleichstrom aufgeladen wird. Anschließend an den Energiespeicher 103 folgt ein Spannungsbegrenzer 104 und dieser ist an den Drucksensor 105 angeschlossen. Block 105 beinhaltet auch die Auswerteschaltung, den Codierer sowie den Sender.

5

10

## Ansprüche

5

1. Vorrichtung zur Stromversorgung eines Reifendrucksensors, welche einen mit dem Reifen mitrotierenden Generator (101) enthält, in dem durch elektromagnetische Induktion eine elektrische Spannung (U) erzeugt wird.

10

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass der Generator (101) einen magnetischen Kreis enthält und
- dass die induzierte Spannung (U) durch eine geometrische Änderung des magnetischen Kreises erzeugt wird.

15

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die geometrische Änderung des magnetischen Kreises eine Änderung von Luftspalten (306) beinhaltet.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der magnetische Kreis wenigstens einen Permanentmagneten (309) enthält.

20

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der magnetische Kreis

- einen feststehenden magnetisch leitfähigen Kern (301) enthält,
- einen beweglichen magnetisch leitfähigen Kern (307) enthält und
- dass die induzierte Spannung durch eine relative Lageänderung des beweglichen Kerns (307) bezüglich des feststehenden Kerns (301) erzeugt wird.

25

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

- dass sich der bewegliche Kern (307) entlang einer Führung (308) bewegt.

30

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass am beweglichen Kern (307) eine Rückholfeder (310) zur Rückführung des beweglichen Kerns in seine Ausgangsposition nach einer erfolgten relativen Lageänderung angebracht ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der bewegliche Kern (404) an einer Blattfeder (405) angebracht ist, welche eine eindimensionale Lageänderung des beweglichen Kerns erlaubt.

5 9. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der bewegliche Kern (502) an einer Stabfeder (504) angebracht ist, welche eine zweidimensionale Lageänderung des beweglichen Kerns erlaubt.

10 10. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe der relativen Lageänderung durch wenigstens einen Anschlag begrenzt ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass am feststehenden Kern (301) eine Spule (300) angebracht ist, in welcher die induzierte Spannung erzeugt wird.

15 12. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die relative Lageänderung durch eine Beschleunigung und/oder eine Beschleunigungsänderung des Reifens hervorgerufen wird.

20 13. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch die elektrische Spannung (U) ein elektrischer Strom erzeugt wird, welcher zur Aufladung eines Energiespeichers führt.

4.11.02 Ms

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Zusammenfassung

Vorrichtung zur Stromversorgung eines Reifendrucksensors

10



Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Stromversorgung eines Reifendrucksensors, welche einen mit dem Reifen mitrotierten Generator enthält, in dem durch elektromagnetische Induktion eine elektrische Spannung erzeugt wird.

15

(Fig. 3)



1/3

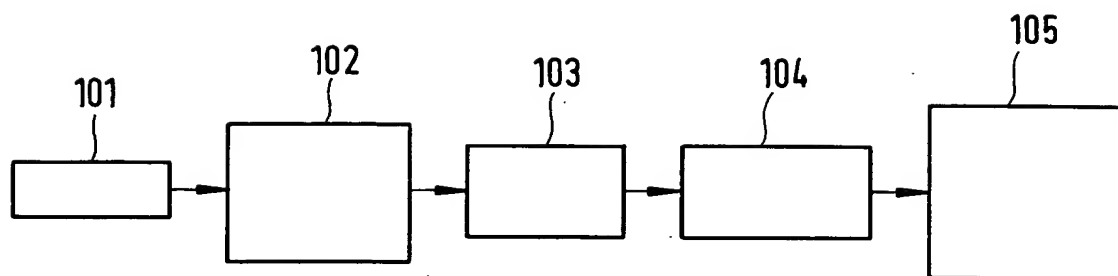


Fig.1

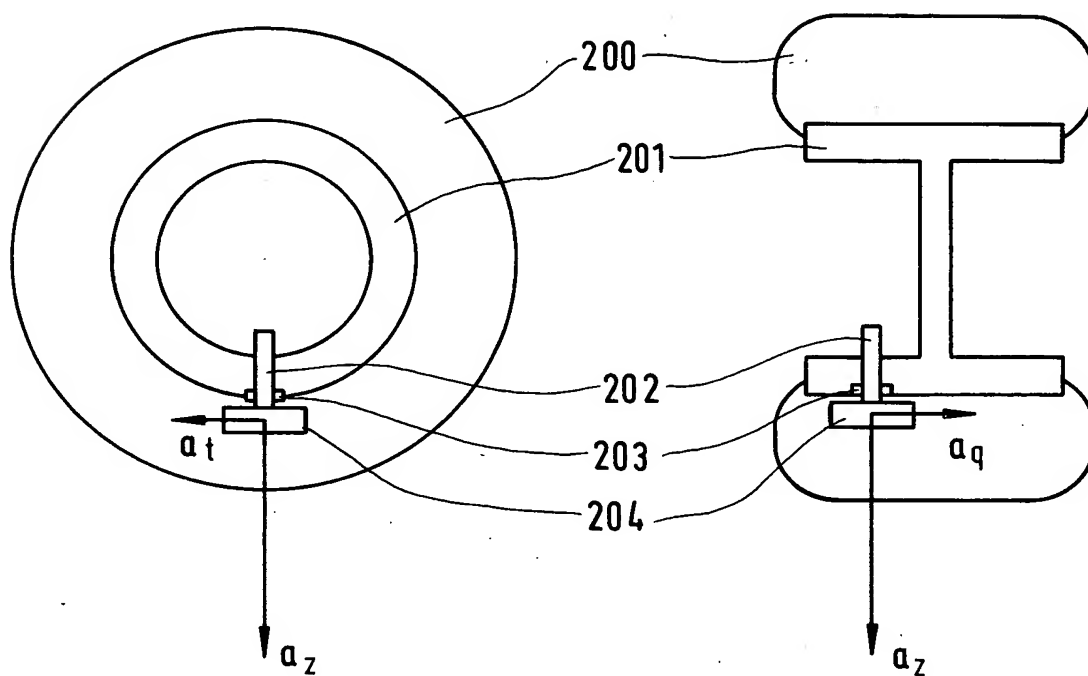
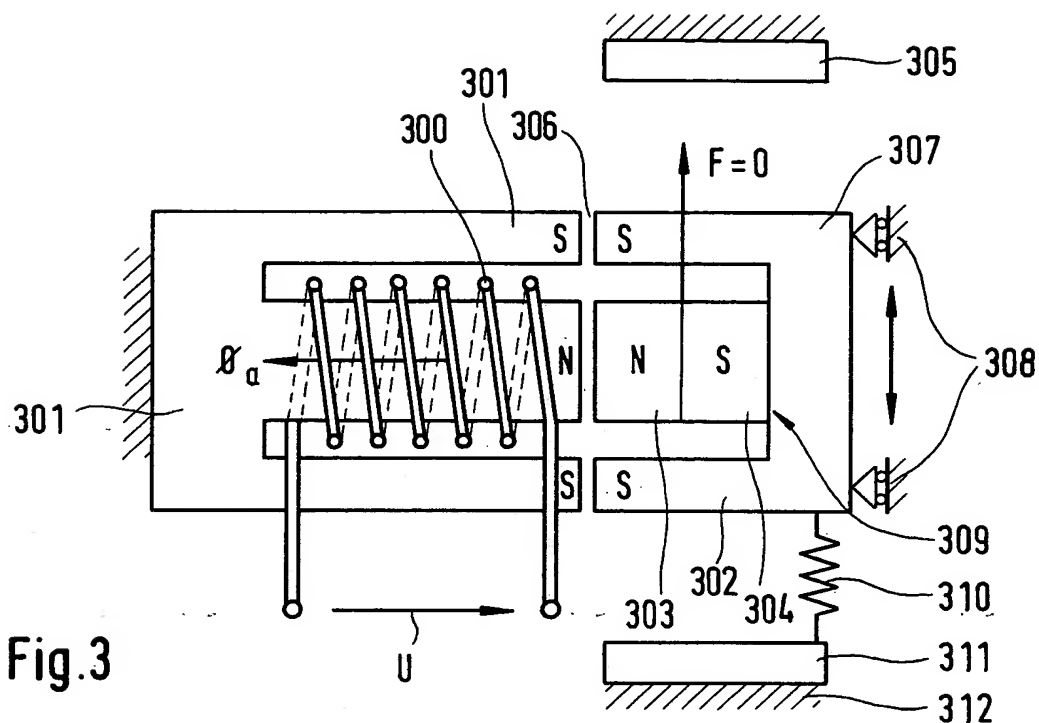
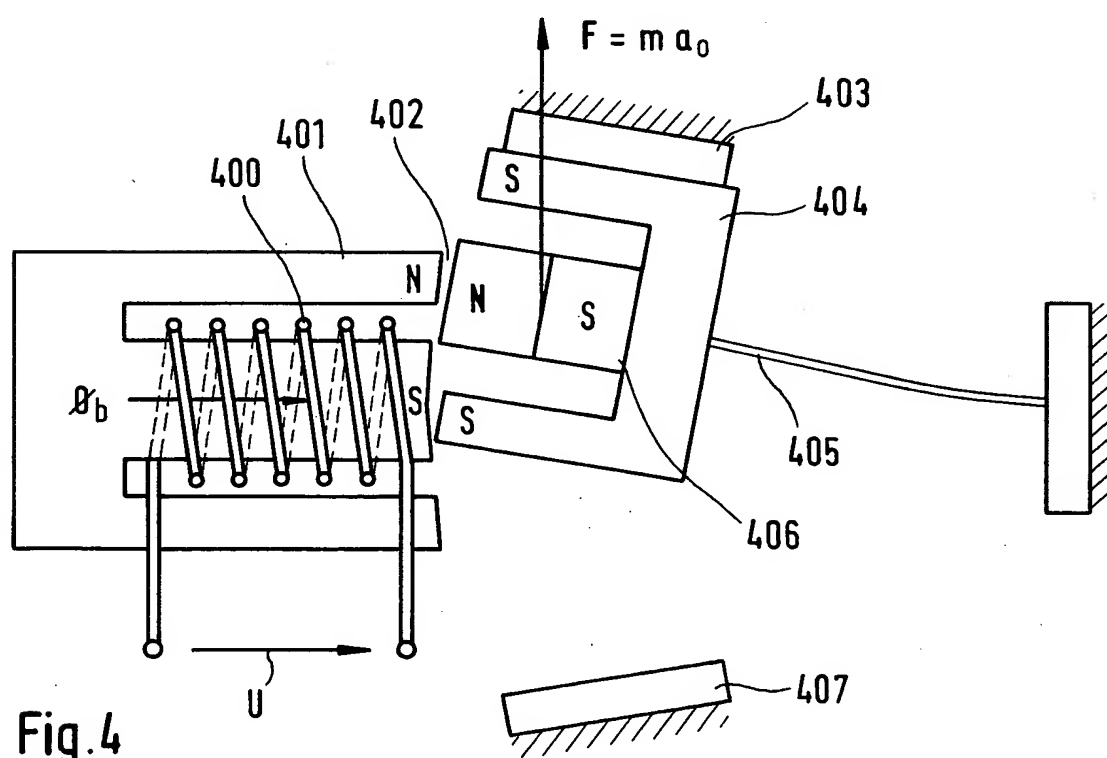


Fig.2



**Fig.3**



**Fig.4**

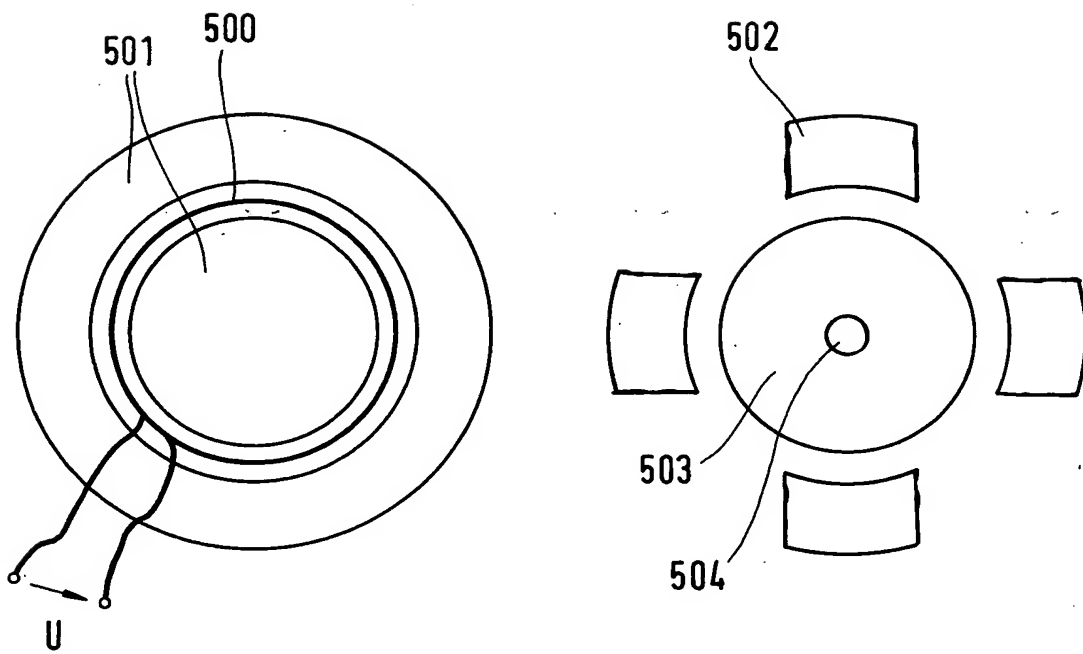


Fig.5